

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07189659 A

(43) Date of publication of application: 28.07.95

(51) Int. Cl

F01N 3/08  
F02D 41/02

(21) Application number: 05334325

(22) Date of filing: 28.12.93

(71) Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

(72) Inventor: KABANO KAZUYUKI  
HARADA ATSUSHI  
SHIBAGAKI NOBUYUKI

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

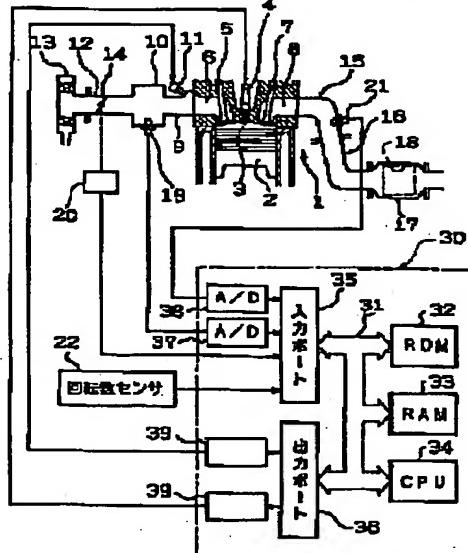
(57) Abstract:

PURPOSE: To allow discharge of NO<sub>x</sub> to the atmosphere by temporarily switching an air-fuel ratio of exhaust gas to a theoretical air-fuel ratio or a rich condition, when an estimated quantity of NO<sub>x</sub> adsorbed in NO<sub>x</sub> adsorbent arranged inside an exhaust passage becomes larger than an allowable quantity.

CONSTITUTION: A casing 17 having NO<sub>x</sub> adsorbent 18 contained is connected on the way of an exhaust pipe 16 connected to an exhaust port 8, and the adsorbent 18 is forced to perform absorbing/discharging action for NO<sub>x</sub> in such a way as absorbing NO<sub>x</sub> contained in the exhaust gas when the air-fuel ratio of fed-in exhaust gas is lean, and discharging NO<sub>x</sub> when the oxygen concentration in the fed-in exhaust gas is decreased. In this case, the NO<sub>x</sub> quantity adsorbed in the NO<sub>x</sub> adsorbent 18 is estimated, and the operation is controlled in such a way that the air-fuel ratio of the fed-in exhaust gas is temporarily switched from a lean condition to a theoretical air-fuel ratio or a rich condition when the estimated NO<sub>x</sub> quantity increases beyond an allowable quantity, and then the allowable

value is set smaller as the estimated NO<sub>x</sub> adsorbed volume is decreased in a control unit 30.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-189659

(43)公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 01 N 3/08

識別記号 A  
B  
F 02 D 41/02 330 H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L. (全10頁)

(21)出願番号 特願平5-334325

(22)出願日 平成5年(1993)12月28日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 蒲野 和幸

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 原田 淳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 柴垣 信之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

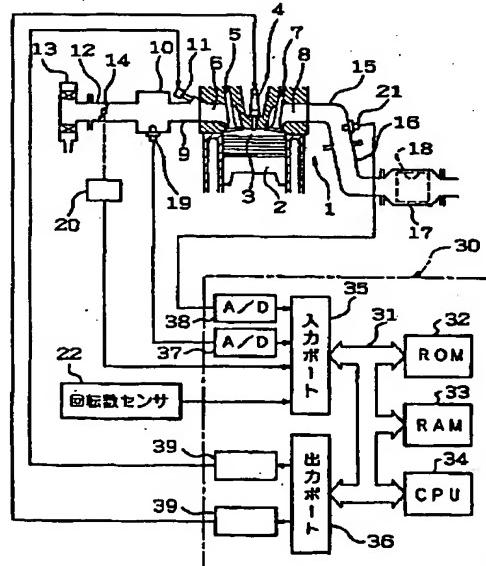
(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【目的】 NO<sub>x</sub> 吸収剤のNO<sub>x</sub> 吸収能力が低下しても NO<sub>x</sub> 吸収剤が飽和する前にNO<sub>x</sub> 吸収剤からNO<sub>x</sub> を放出させる。

【構成】 流入する排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub> を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収したNO<sub>x</sub> を放出するNO<sub>x</sub> 吸収剤18を機関排気通路内に配置する。NO<sub>x</sub> 吸収剤に吸収されたNO<sub>x</sub> 量を推定し、推定されたNO<sub>x</sub> 量が許容量を越えたときに混合気を一時的にリッチにする。NO<sub>x</sub> 吸収剤のNO<sub>x</sub> 吸収能力を推定し、推定したNO<sub>x</sub> 吸収能力が低下するほど許容量を小さくする。



16-排気管  
18-NO<sub>x</sub> 吸収剤

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流入する排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸收剤を機関排気通路内に配置した内燃機関において、NO<sub>x</sub>吸收剤に吸収されたNO<sub>x</sub>量を推定するNO<sub>x</sub>量推定手段と、該NO<sub>x</sub>量推定手段により推定されたNO<sub>x</sub>量が許容量を越えたときにNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えることを許可する空燃比切換許可手段と、NO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量を推定するNO<sub>x</sub>吸收容量推定手段とを具備し、該NO<sub>x</sub>吸收容量推定手段により推定されたNO<sub>x</sub>吸收容量が減少するほど上記許容値を小さくするようにした内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 流入する排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸收剤を機関排気通路内に配置し、NO<sub>x</sub>吸收剤に吸収されたNO<sub>x</sub>量を推定すると共に推定されたNO<sub>x</sub>量が許容量を越えたときにNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えてNO<sub>x</sub>吸收剤からNO<sub>x</sub>を放出させ、次いでNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスの空燃比を再びリーンに戻すようにした内燃機関が本出願人により既に提案されている（国際出願PCT/JP93/00778号参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが燃料および機関の潤滑油内にはイオウが含まれており、このイオウはSO<sub>2</sub>の形でNO<sub>x</sub>と共にNO<sub>x</sub>吸收剤に吸収される。しかしながらこのSO<sub>2</sub>はNO<sub>x</sub>吸收剤の温度が高くかつNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスがリッチにされないとNO<sub>x</sub>吸收剤から放出されず、従ってNO<sub>x</sub>吸收剤からNO<sub>x</sub>を放出すべくNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされてもこのときNO<sub>x</sub>吸收剤の温度がさほど高くない場合にはNO<sub>x</sub>のみが放出されてSO<sub>2</sub>が放出されないことになる。従ってSO<sub>2</sub>はNO<sub>x</sub>吸收剤に徐々に蓄積され、SO<sub>2</sub>の蓄積量が増大することに伴なってNO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量が減少することになる。

【0004】 ところでNO<sub>x</sub>吸收剤からNO<sub>x</sub>を放出させるために例えば混合気の空燃比をリッチにする場合を考えるとこの場合には吸収されているNO<sub>x</sub>を放出させるのに必要な時間だけ混合気をリッチにさせる必要がある

2

る。従ってNO<sub>x</sub>吸收剤に吸収されているNO<sub>x</sub>量が少ない場合には混合気をリッチにする時間を短かくしなければならないが短かくするといつても実際には限度があり、従って吸収されているNO<sub>x</sub>量が少ないと混合気をリッチにするとリッチ時間を必要以上に長くしなければならないために燃料消費量が増大してしまう。従ってNO<sub>x</sub>吸收剤からのNO<sub>x</sub>放出作用は或る程度以上のNO<sub>x</sub>が吸収されているときに行なうことが好ましいことになる。前述の内燃機関ではNO<sub>x</sub>の放出作用を行うための吸収NO<sub>x</sub>量に対する許容値は或る程度以上のNO<sub>x</sub>量に設定されており、従ってこの点からみると前述の内燃機関は好ましいことになる。

【0005】 しかしながら前述の内燃機関ではNO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量を考慮して許容値が定められていない。従ってNO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量が減少した場合にはNO<sub>x</sub>の吸収容量が飽和してもNO<sub>x</sub>の放出作用が行われず、斯くてNO<sub>x</sub>吸收剤により吸収しえないNO<sub>x</sub>が大気中に放出されるという問題を生ずる。また、NO<sub>x</sub>吸收量が許容値を越えたという判定に加えて他の予め定められた条件が全て成立したときにNO<sub>x</sub>を放出すべく混合気の空燃比をリッチにすることによってNO<sub>x</sub>放出システムの場合においてもNO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量を考慮して許容値が定められていない場合には実際にはNO<sub>x</sub>吸收量が飽和しておりかつ他の全ての条件も成立しているにもかかわらずNO<sub>x</sub>吸收量が許容値を越えていないと判断されるためにNO<sub>x</sub>の放出作用が行われず、斯くてNO<sub>x</sub>吸收剤により吸収しえないNO<sub>x</sub>が大気中に放出されるという問題を生ずる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記問題点を解決するために本発明によれば、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸收剤を機関排気通路内に配置した内燃機関において、NO<sub>x</sub>吸收剤に吸収されたNO<sub>x</sub>量を推定するNO<sub>x</sub>量推定手段と、NO<sub>x</sub>量推定手段により推定されたNO<sub>x</sub>量が許容量を越えたときにNO<sub>x</sub>吸收剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えることを許可する空燃比切換許可手段と、NO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量を推定するNO<sub>x</sub>吸收容量推定手段とを具備し、NO<sub>x</sub>吸收容量推定手段により推定されたNO<sub>x</sub>吸收容量が減少するほど許容値を小さくするようにしている。

## 【0007】

【作用】 NO<sub>x</sub>吸收剤のNO<sub>x</sub>吸收容量が減少するほど許容値が小さくされるのでNO<sub>x</sub>吸收容量にかかわらずにNO<sub>x</sub>吸收容量が飽和する前にNO<sub>x</sub>を放出するための空燃比の切換許可が出される。

## 【0008】

【実施例】 図1を参照すると、1は機関本体、2はビス

トン、3は燃焼室、4は点火栓、5は吸気弁、6は吸気ポート、7は排気弁、8は排気ポートを夫々示す。吸気ポート6は対応する枝管9を介してサージタンク10に連結され、各枝管9には夫々吸気ポート6内に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁11が取付けられる。サージタンク10は吸気ダクト12を介してエアクリーナ13に連結され、吸気ダクト12内にはスロットル弁14が配置される。一方、排気ポート8は排気マニホールド15およびおよび排気管16を介してNO<sub>x</sub>吸收剤18を内蔵したケーシング17に接続される。

【0009】電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって相互に接続されたROM(リードオンリーメモリ)32、RAM(ランダムアクセスメモリ)33、CPU(マイクロプロセッサ)34、入力ポート35および出力ポート36を具備する。サージタンク10内にはサージタンク10内の絶対圧に比例した出力電圧を発生する圧力センサ19が配置され、この圧力センサ19の出力電圧はAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。スロットル弁14にはスロットル開度がアイドリング開度になったときにオンとなるスロットルスイッチ20が取付けられ、このスロットルスイッチ20の出力信号は入力ポート35に入力される。排気マニホールド15内には空燃比センサ21が配置され、この空燃比センサ21の出力電圧はAD変換器38を介して入力ポート35に入力される。また、入力ポート35には機関回転数を表わす出力パルスを発生する回転数センサ22が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路39を介して夫々点火栓4および燃料噴射弁11に接続される。

【0010】図1に示す内燃機関では例えば次式に基いて燃料噴射時間TAUが算出される。

$$TAU = f \cdot TP \cdot K \cdot FAF$$

ここでfは係数、TPは基本燃料噴射時間、Kは補正係数、FAFはフィードバック補正係数を夫々示す。基本燃料噴射時間TPは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を理論空燃比とするのに必要な燃料噴射時間を示している。この基本燃料噴射時間TPは予め実験により求められ、サージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図2に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。補正係数Kは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を制御するための係数であってK=1.0であれば機関シリンダ内に供給される混合気は理論空燃比となる。これに対してK<1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも大きくなり、即ちリーンとなり、K>1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも小さくなる、即ちリッチとなる。

【0011】フィードバック補正係数FAFはK=1.0のとき、即ち機関シリンダ内に供給される混合気の空

燃比を理論空燃比とすべきときに空燃比センサ21の出力信号に基いて空燃比を理論空燃比に正確に一致させるための係数である。このフィードバック補正係数FAFはほぼ1.0を中心として上下動しており、このFAFは混合気がリッチになると減少し、混合気がリーンになると増大する。なお、K<1.0又はK>1.0のときはFAFは1.0に固定される。

【0012】機関シリンダ内に供給すべき混合気の目標空燃比、即ち補正係数Kの値は機関の運転状態に応じて変化せしめられ、本発明による実施例では基本的に図3に示されるようにサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め定められている。即ち、図3に示されるように実線Rよりも低負荷側の低負荷運転領域ではK<1.0、即ち混合気がリーンとされ、実線Rと実線Sの間の高負荷運転領域ではK=1.0、即ち混合気がリーンとされ、実線Sよりも高負荷側の全負荷運転領域ではK>1.0、即ち混合気がリッチとされる。

【0013】図4は燃焼室3から排出される排気ガス中の代表的な成分の濃度を概略的に示している。図4からわかるように燃焼室3から排出される排気ガス中の未燃HC、COの濃度は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリッチになるほど増大し、燃焼室3から排出される排気ガス中の酸素O<sub>2</sub>の濃度は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリーンになるほど増大する。

【0014】ケーシング17内に収容されているNO<sub>x</sub>吸收剤18は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少くとも一つと、白金Ptのような貴金属などが担持されている。機関吸気通路およびNO<sub>x</sub>吸收剤18上流の排気通路内に供給された空気および燃料(炭化水素)の比をNO<sub>x</sub>吸收剤18への流入排気ガスの空燃比と称するとこのNO<sub>x</sub>吸收剤18は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行う。なお、NO<sub>x</sub>吸收剤18上流の排気通路内に燃料(炭化水素)あるいは空気が供給されない場合には流入排気ガスの空燃比は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比に一致し、従ってこの場合にはNO<sub>x</sub>吸收剤18は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、燃焼室3内に供給される混合気中の酸素濃度が低下すると吸収したNO<sub>x</sub>を放出することになる。

【0015】上述のNO<sub>x</sub>吸收剤18を機関排気通路内に配置すればこのNO<sub>x</sub>吸收剤18は実際にNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行なうがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸

放出作用は図5に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0016】即ち、流入排気ガスがかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大巾に増大し、図5(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図5(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO<sub>2</sub>がNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18内に吸収される。

【0017】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO<sub>2</sub>が生成され、吸収剤のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収能力が飽和しない限りNO<sub>2</sub>が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下してNO<sub>2</sub>の生成量が低下すると反応が逆方向(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>)に進み、斯くて吸収剤内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下するとNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>が放出されることになる。図4に示されるように流入排気ガスのリーンの度合が低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従つて流入排気ガスのリーンの度合を低くすればたとえ流入排気ガスの空燃比がリーンであってもNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>が放出されることになる。

【0018】一方、このとき燃焼室3内に供給される混合気がリッチにされて流入排気ガスの空燃比がリッチになると図4に示されるように機関からは多量の未燃HC, COが排出され、これら未燃HC, COは白金Pt上の酸素O<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応して酸化せしめられる。また、流入排気ガスの空燃比が極度に低下するために吸収剤からNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が放出され、このNO<sub>3</sub><sup>-</sup>は図5(B)に示されるように未燃HC, COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO<sub>2</sub>が放出される。従つて流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間のうちにNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>が放出されることになる。

【0019】即ち、流入排気ガスの空燃比をリッチにするとまず始めに未燃HC, COが白金Pt上のO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>とただちに反応して酸化せしめられ、次いで白金Pt上のO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>が消費されてもまだ未燃HC, COが残っていればこの未燃HC, COによって吸収剤から放出されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>および機関から放出されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が還元せしめられる。従つて流入排気ガスの空燃比をリ

ッチにすれば短時間のうちにNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されているNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が放出され、しかもこの放出されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が還元されるために大気中にNO<sub>2</sub>が排出されるのを阻止することができることになる。また、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18は還元触媒の機能を有しているので流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にしてもNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18から放出されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が還元せしめられる。しかしながら流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にした場合にはNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>が徐々にしか放出されないためにNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されている全NO<sub>3</sub><sup>-</sup>を放出させるには若干長い時間を要する。

【0020】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられるとNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収される。しかしながらNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収能力には限度があり、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収能力が飽和すればNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18はもはやNO<sub>3</sub><sup>-</sup>を吸収しえなくなる。従つてNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収能力が飽和する前にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>を放出させる必要があり、そのためにはNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18にどの程度のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が吸収されているかを推定する必要がある。次にこのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収量の推定方法について説明する。

【0021】リーン混合気が燃焼せしめられているときには機関負荷が高くなるほど単位時間当たり機関から排出されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大するために単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大し、また機関回転数が高くなるほど単位時間当たり機関から排出されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大するために単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大する。従つて単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量は機関負荷と機関回転数の関数となる。この場合、機関負荷はサージタンク10内の絶対圧でもって代表することができるので単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量はサージタンク10内の絶対圧PMと機関回転数Nの関数となる。従つて本発明による実施例では単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18に吸収されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量NOXAを絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め実験により求め、このNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量NOXAがPMおよびNの関数として図6(A)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0022】一方、機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比が理論空燃比又はリッチになるとNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18からNO<sub>2</sub>が放出されるがこのときのNO<sub>2</sub>放出量は主に排気ガス量と空燃比の影響を受ける。即ち、排気ガス量が増大するほど単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18から放出されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大し、空燃比がリッチとなるほど単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18から放出されるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>量が増大する。この場合、排気ガス量、即ち吸入空気量は機関回転数Nとサージタンク10内の絶対圧PMとの積でもって代表することができ、従つて図6(B)に示されるように単位時間当たりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸収剤18から放出

されるNO<sub>x</sub>量NOXDはN・PMが大きくなるほど増大する。また、空燃比は補正係数Kの値に対応しているので図6(C)に示されるように単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量NOXDはKの値が大きくなるほど増大する。この単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量NOXDはN・PMとKの関数として図7(A)に示すマップの形で求めROM32内に記憶されている。

【0023】また、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度が高くなると吸収剤内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が分解しやすくなるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18からのNO<sub>x</sub>放出率が増大する。この場合、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度はほぼ排気ガスに比例するので図7(B)に示されるようにNO<sub>x</sub>放出率Kfは排気ガス温Tが高くなるほど大きくなる。従ってNO<sub>x</sub>放出率Kfを考慮に入れた場合には単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量は図7(A)に示されるNOXDとNO<sub>x</sub>放出率Kfとの積で表わされることになる。なお、本発明による実施例では排気ガス温Tはサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図7(C)に示すマップの形で求めROM32内に記憶されている。

【0024】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量がNOXAで表わされ、理論空燃比の混合気又はリッチ混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りのNO<sub>x</sub>放出量はKf・NOXDで表わされるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量ΣNOXは次式で表わされることになる。

## 【0025】

$$\Sigma NOX = \Sigma NOX + NOXA - K_f \cdot NOXD$$

前述したように本発明による実施例では基本的には図3において実線R、Sにより区別けされる補正係数Kの値に従って空燃比が制御される。従って図3の実線Rよりも低負荷側の領域ではリーン混合気(K<1.0)が燃焼せしめられるのでNO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収され、図3の実線Rよりも高負荷側の領域では理論空燃比の混合気(K=1.0)又はリッチ混合気(K>1.0)が燃焼せしめられるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>が放出されることになる。従って図3の実線Rを境にして低負荷運転と高負荷運転が交互に繰返されるとNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は飽和しないことになるが実際には低負荷運転される機会が多く、従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は飽和してしまうことになる。従ってこの場合にはNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>を放出させることが必要となる。

【0026】ところが排気ガス中にはSO<sub>x</sub>が含まれており、NO<sub>x</sub>吸収剤18にはNO<sub>x</sub>ばかりでなくSO<sub>x</sub>も吸収される。このNO<sub>x</sub>吸収剤18へのSO<sub>x</sub>の吸収メカニズムはNO<sub>x</sub>の吸収メカニズムと同じであると考

えられる。即ち、NO<sub>x</sub>の吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびパリウムBaを担持させた場合を例にとって説明すると、前述したように流入排気ガスの空燃比がリーンのときには酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>の形で白金Ptの表面に付着しており、流入排気ガス中のSO<sub>2</sub>は白金Ptの表面でO<sub>2</sub><sup>-</sup>と反応してSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>となる。ついで生成されたSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は白金Pt上で更に酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化パリウムBaOと結合しながら、硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形で吸収剤内に拡散する。次いでこの硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はパリウムイオンBa<sup>2+</sup>と結合して硫酸塩BaSO<sub>4</sub>を生成する。吸収剤内におけるこの硫酸塩BaSO<sub>4</sub>の量が増大するとNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が低下する。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>を放出させるためはNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力を推定する必要がある。

【0027】ところで機関から単位時間当り排出される排気ガス中に含まれるSO<sub>x</sub>量は燃料噴射量TAUが増大すればそれに伴なって増大し、機関回転数Nが高くなればそれに伴なって増大する。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18に単位時間当り吸収される吸収SO<sub>x</sub>量SOXAは次式で表わされることになる。

$$SOXA = k_1 \cdot TAU \cdot N \quad (k_1 \text{ は定数})$$

一方、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度がNO<sub>x</sub>吸収剤18により定まる一定温度T<sub>0</sub>、例えば500°Cよりも高くなると硫酸塩BaSO<sub>4</sub>が分解し、このときNO<sub>x</sub>吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比がリッチになるとNO<sub>x</sub>吸収剤18からSO<sub>x</sub>が放出される。この場合、排気ガスの空燃比のリッチの度合を一定としたときのSO<sub>x</sub>放出率f(T)は図8(A)に示されるようにNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度Tが高くなるほど高くなり、またNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度を一定としたときのSO<sub>x</sub>放出率f(K)は補正係数Kが大きくなるほど、即ち排気ガスの空燃比がリッチになるほど高くなる。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18から単位時間当り放出されるSO<sub>x</sub>量SOXDは次式で表わされることになる。

$$SOXD = k_2 \cdot f(T) \cdot f(K)$$

従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるSO<sub>x</sub>量ΣSOXは次式で表わされることになる。

$$\Sigma SOX = \Sigma SOX + SOXA - SOXD$$

ところで本発明による実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する以前においてNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が許容値MAXを越えたときにNO<sub>x</sub>の放出作用が行われる。NO<sub>x</sub>吸収剤18にSO<sub>x</sub>が全く吸収されていないときのNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力をMAX<sub>0</sub>とするとSO<sub>x</sub>量ΣSOXのSO<sub>x</sub>が吸収されたときのNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は(MAX<sub>0</sub> - ΣSOX)となる。本発明による実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力がNO<sub>x</sub>吸収能力(MAX<sub>0</sub> - ΣSOX)よりも一定値αだけ低いNO<sub>x</sub>

吸収能力のときを許容量MAXであると定めてあり、従って許容量MAXは次式で表わされることになる。

【0029】  $MAX = MAX_0 - \Sigma SOX - \alpha$

図9はこの許容量MAXの変化とNO<sub>x</sub>放出作用との関係を示している。図9に示されるようにリーン混合気( $K < 1.0$ )が燃焼せしめられているときにはNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ およびSO<sub>x</sub>量 $\Sigma SOX$ は共に上昇し、SO<sub>x</sub>量 $\Sigma SOX$ が上昇するにつれて許容量MAXが減少せしめられる。NO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ が許容量MAXを越えると混合気は一時的にリッチ( $K > 1.0$ )にされ、このときNO<sub>x</sub>の放出作用が行われるためにNO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ は急激に低下する。一方このときNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度T、即ち排気ガスの温度Tはさほど上昇しないので( $T < T_0$ )NO<sub>x</sub>の放出作用は行われない。次いで例えば機関全負荷運転( $K > 1.0$ )が行われてNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度T、即ち排気ガス温Tが上昇すると( $T > T_0$ )NO<sub>x</sub>の放出作用と共にSO<sub>x</sub>の放出作用が行われ、斯くてSO<sub>x</sub>量 $\Sigma SOX$ が急激に低下する。

【0030】 図10から図12は空燃比を制御するためのルーチンを示しており、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。図10から図12を参照するとまず初めにステップ100において図2に示すマップから基本燃料噴射時間TPが算出される。次いでステップ101ではNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ が許容量MAXよりも大きくなつたか否かが判別される。 $\Sigma NOX \leq MAX$ のときはステップ103に進んでNO<sub>x</sub>を放出すべきことを示すNO<sub>x</sub>放出フラグがセットされているか否かが判別される。NO<sub>x</sub>放出フラグがセットされていないときにはステップ104に進んで図3に示す関係から補正係数Kが算出される。

【0031】 次いでステップ105では補正係数Kが1.0よりも小さいか否かが判別される。K<1.0のとき、即ちリーン混合気を燃焼すべき運転状態のときはステップ106に進んで図6(A)に示すマップから単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量NOXAが算出される。次いでステップ107ではNO<sub>x</sub>放出量NOXDが零とされ、次いでステップ108においてフィードバック補正係数FAFが1.0に固定される。次いでステップ117において次式に基き燃料噴射時間TAUが算出される。

【0032】  $TAU = f \cdot TP \cdot K \cdot FAF$

一方、ステップ105においてK≥1.0であると判別されたときにはステップ112に進んで図7(A)に示すマップから単位時間当りのNO<sub>x</sub>放出量NOXDが算出される。次いでステップ113では図7(B)に示す関係と図7(C)に示すマップからNO<sub>x</sub>放出率Kfが算出され、次いでステップ114では単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量NOXAが零とされる。次いでステップ11

5では補正係数Kが1.0よりも大きいか否かが判別される。K>1.0のとき、即ちリッチ混合気を燃焼すべき運転状態のときにはステップ108を経てステップ117に進む。

【0033】 これに対してK=1.0のとき、即ち理論空燃比の混合気を燃焼すべきときにはステップ116に進んで空燃比センサ21の出力信号に基きフィードバック補正係数FAFが算出され、次いでステップ117に進む。ステップ116では空燃比センサ21によって空燃比がリッチになったことが検出されるとFAFは減少せしめられ、空燃比がリーンになったことが検出されるとFAFは増大せしめられるので空燃比は理論空燃比に維持されることになる。

【0034】 ステップ117に続くステップ118では次式に基いてNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されているNO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ が算出される。

$$\Sigma NOX = \Sigma NOX + NOXA - K_f \cdot NOXD$$

次いでステップ119ではNO<sub>x</sub>量 $\Sigma NOX$ が負になつたか否かが判別され、 $\Sigma NOX < 0$ になったときにはステップ120に進んで $\Sigma NOX$ が零とされ、次いでステップ121に進む。ステップ121では補正係数Kが1.0よりも大きいか否かが判別される。K>1.0のとき、即ちリッチ混合気を燃焼すべきときにはステップ122に進んで図7(C)に示すマップから求められた排気ガス温Tが一定値T<sub>0</sub>(図8(A))よりも高いか否かが判別される。T>T<sub>0</sub>のときにはステップ123に進んで図8(A)に示す関係からf(T)が算出され、次いでステップ124に進んで図8(B)に示す関係からf(K)が算出される。次いでステップ125では単位時間当りのSO<sub>x</sub>放出量SOXD( $= k_2 \cdot f(T) \cdot f(K)$ )が算出され、次いでステップ126ではSO<sub>x</sub>放出量SOXAが零とされる。次いでステップ129に進む。

【0035】 一方、ステップ121においてK≤1.0と判断されたとき、又はステップ122においてT≤T<sub>0</sub>と判断されたときにはステップ127に進んで単位時間当り吸収されるSO<sub>x</sub>吸収量SOXA( $= k_1 \cdot TAU \cdot N$ )が算出される。次いでステップ128においてSO<sub>x</sub>放出量SOXDが零とされ、次いでステップ129に進む。ステップ129では次式に基いてSO<sub>x</sub>量 $\Sigma SOX$ が算出される。

【0036】

$$\Sigma SOX = \Sigma SOX + SOXA - SOXD$$

次いでステップ130ではSO<sub>x</sub>量 $\Sigma SOX$ が負になつたか否かが判別され、 $\Sigma SOX < 0$ になったときにはステップ131において $\Sigma SOX$ を零にした後ステップ132に進む。ステップ132では次式に基いて許容量MAXが算出される。

【0037】  $MAX = MAX_0 - \Sigma SOX - \alpha$

一方、ステップ101において $\Sigma NOX > MAX$ である

11

と判別されたときにはステップ102に進んでNO<sub>x</sub>放出フラグがセットされる。次いでステップ103からステップ109に進んで補正係数Kが一定値KKとされる。この一定値KKは混合気の空燃比が1.1から1.3程度のリッチ混合気となる1.1から1.3程度の値である。次いでステップ110ではNO<sub>x</sub>量ΣNOXが零又は負になったか否かが判別される。ΣNOX>0のときにはステップ112にジャンプする。これに対してΣNOX≤0になるとステップ111に進んでNO<sub>x</sub>放出フラグがリセットされ、次いでステップ112に進む。従ってΣNOX>MAXになるとΣNOX≤0となるまで混合気がリッチ(K=KK)とされる。

【0038】なお、これまで述べた実施例ではΣNOX>MAXとなったらただちにNO<sub>x</sub>の放出作用を行うようしているがΣNOX>MAXとなりかつ他の予め定められた条件が全て成立したときにNO<sub>x</sub>放出のための空燃比の切換許可を出すようにしてもよい。

## 【0039】

【発明の効果】NO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収能力が低下した場合であってもNO<sub>x</sub>吸収剤が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸

10

12

取剤からNO<sub>x</sub>を放出するための空燃比の切換許可を出すことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体図である。

【図2】基本燃料噴射時間のマップを示す図である。

【図3】補正係数Kを示す図である。

【図4】機関から排出される排気ガス中の未燃HC、COおよび酸素の濃度を概略的に示す線図である。

【図5】NO<sub>x</sub>の吸放出作用を説明するための図である。

【図6】NO<sub>x</sub>吸収量NOXA等を示す図である。

【図7】NO<sub>x</sub>吸収量NOXD等を示す図である。

【図8】SO<sub>x</sub>放出率を示す図である。

【図9】空燃比制御のタイムチャートである。

【図10】空燃比制御を示すフローチャートである。

【図11】空燃比制御を示すフローチャートである。

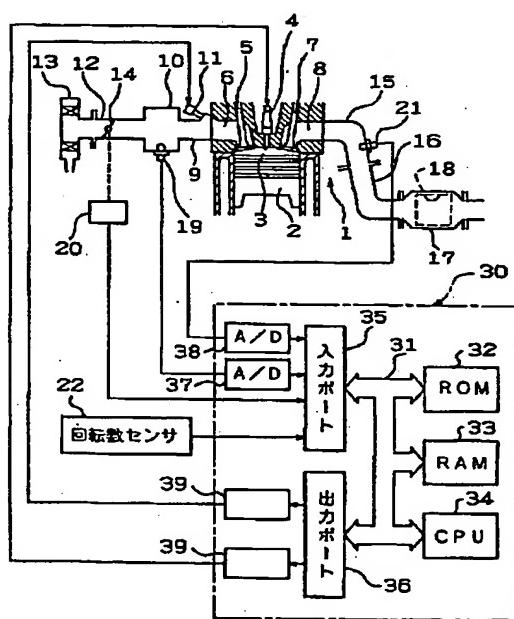
【図12】空燃比制御を示すフローチャートである。

## 【符号の説明】

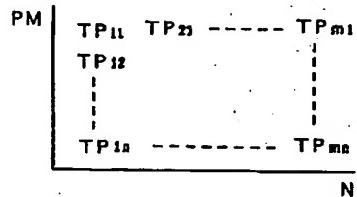
16…排気管

18…NO<sub>x</sub>吸収剤

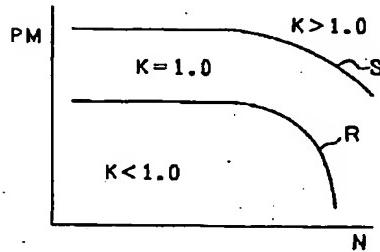
【図1】



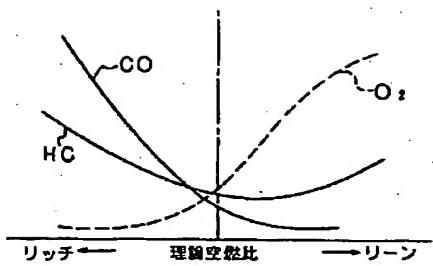
【図2】



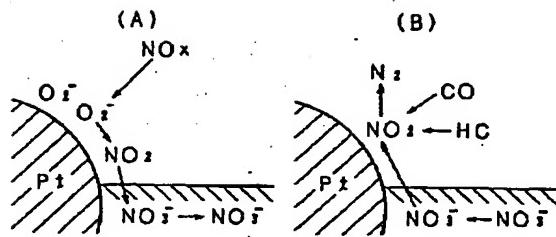
【図3】



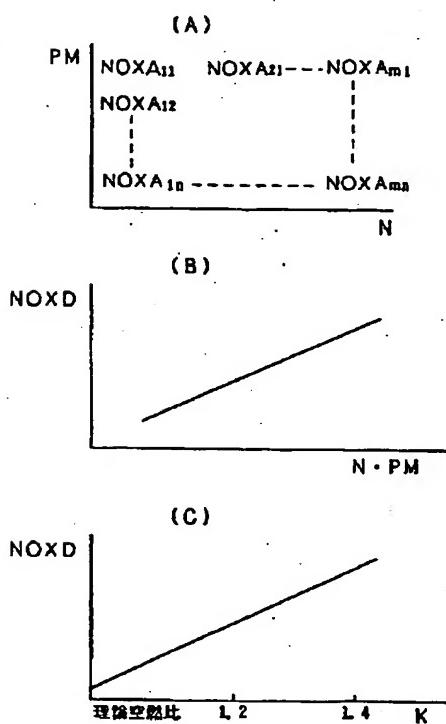
【図4】



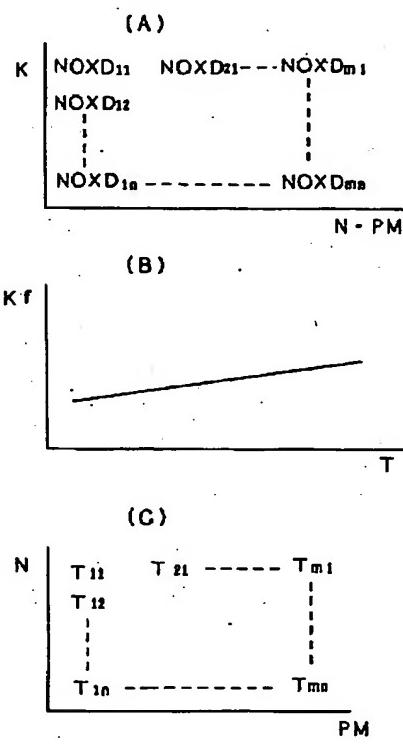
【図5】



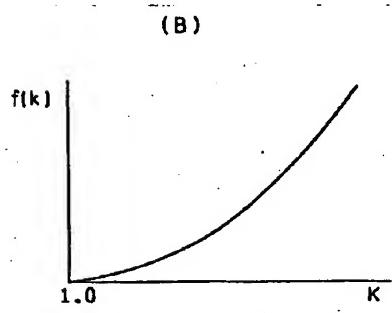
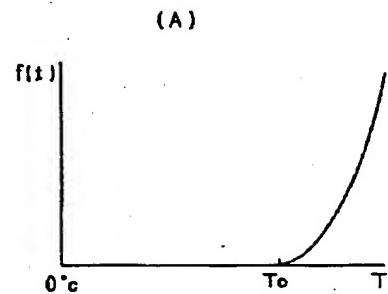
【図6】



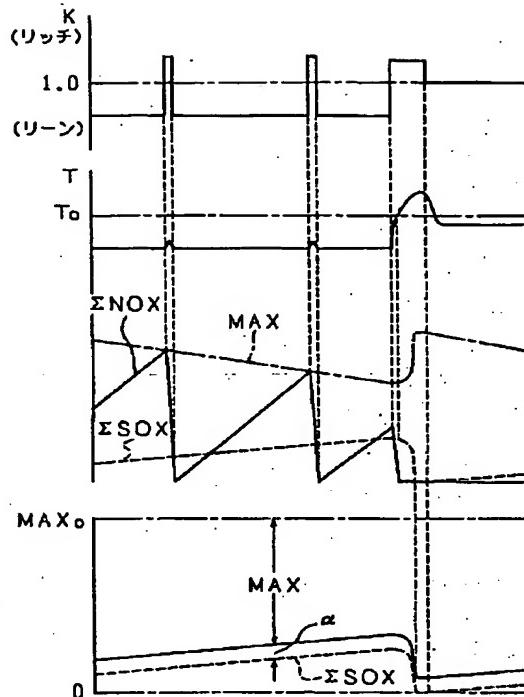
【図7】



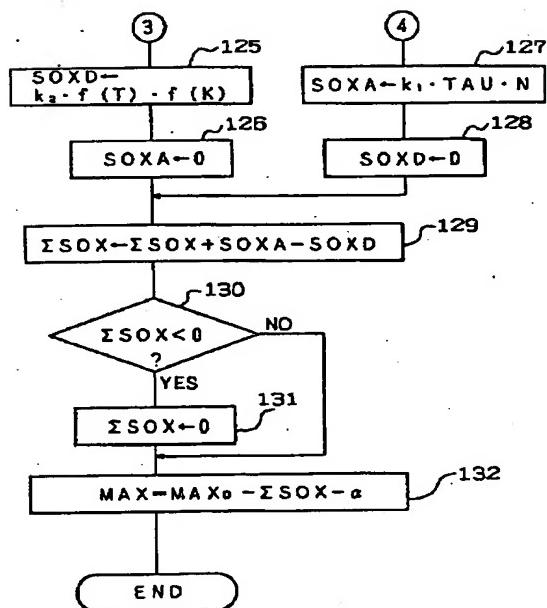
【図8】



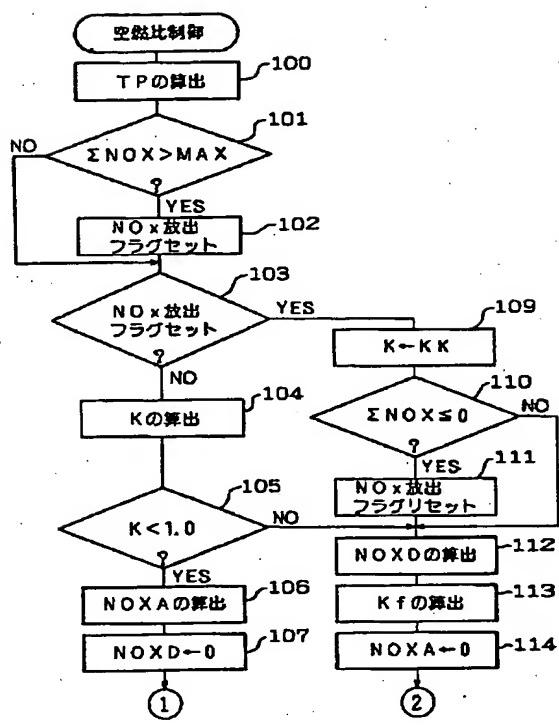
【図9】



【図12】



【図10】



【図11】

